

以 DSP 為控制架構之線性馬達驅動系統研製

蔡凱宸、陳昭雄

E-mail: 9510776@mail.dyu.edu.tw

摘要

本文發展一以DSP為控制架構之同步線性馬達驅動系統，硬體方面以TI TMS320VC33 作為主控制器發展平台，並搭配Xilinx Spartan XC2S200 FPGA作為輔助處理器及周邊擴充電路，另外，設計出IGBT之驅動電路、電流迴授電路、光學尺迴授電路和定子位置偵測電路，以完成同步線性馬達之閉迴路控制系統。DSP主要負責座標轉換、解耦合、狀態迴授控制器、位置、速度和電流迴授之運算，且輸出三相電壓命令訊號，透過擴充介面傳送給FPGA，藉以產生PWM 驅動訊號，用於切換六個IGBT功率晶體所組成之驅動器，使輸出三相弦波電壓而驅動同步線性馬達運動，進而達到線性永磁式同步馬達精密定位之目的。控制器設計方面，首先推導線性馬達動態數學模型，透過座標轉換和狀態迴授線性化技巧，將此數學模型由非線性耦合轉成線性且解耦合系統，針對此解耦合系統設計狀態迴授控制器，以極點配置方式實現位置、速度、電流迴授控制。最後，建構一實際之線性馬達驅動系統，以實驗證明本文所提方法之有效性。關鍵字:線性永磁式同步馬達，DSP，FPGA，狀態迴授控制

關鍵詞：線性永磁式同步馬達、DSP、FPGA、狀態迴授控制

目錄

目錄封面內頁	簽名頁	授權書	iii	中文摘要	iv	英文摘要	v	誌謝	vi	目錄	vii	圖目錄	x	表目錄	xiv	符號說明	xv	第一章 緒論	1.1	研究動機	1	1.2	研究目的與方法	2	1.3	文獻回顧	3	1.4	內容大綱	5	第二章 線性永磁式同步馬達硬體架構	2.1	線性永磁式同步馬達硬體系統規格與規劃	7	2.2	線性永磁式同步馬達動作原理與分類	11	2.3	設計流程概念	14	第三章 DSP驅動控制系統	3.1	線性永磁式同步馬達驅動電路與週邊電路規劃設計	17	3.1.1	換流器/變頻器(Inverter)	17	3.1.2	光耦合器(Photo Coupler)電路	20	3.1.3	光學尺電路(Linear scale)	25	3.1.4	霍爾電流感測?授電路	31	3.1.5	DC電源供應器(DC power supply)	33	3.1.6	霍爾感測器電路	36	3.2	變頻器與脈寬調變原理與實現	37	3.2.1	三相方波變頻器	39	3.2.2	正弦脈波寬度調變變頻器	54	3.3	TMS320VC33 DSP規格介紹	57	3.4	TMS320VC33 DSP 微控器結構配置	61	3.4.1	DSP數位控制卡	62	3.4.2	記憶體配置及I/O配置	63	3.5	控制軟體開發設計	68	3.6	FPGA硬體架構介面	71	3.6.1	FPGA開發設計流程	73	第四章 建模與控制器設計	4.1	磁場導向向量控制	77	4.2	座標轉換	77	4.3	線性永磁式同步馬達之動態建模	80	4.4	狀態迴授控制器設計	85	第五章 結果與討論	91	第六章 結論	105	參考文獻	106
--------	-----	-----	-----	------	----	------	---	----	----	----	-----	-----	---	-----	-----	------	----	--------	-----	------	---	-----	---------	---	-----	------	---	-----	------	---	-------------------	-----	--------------------	---	-----	------------------	----	-----	--------	----	---------------	-----	------------------------	----	-------	-------------------	----	-------	-----------------------	----	-------	---------------------	----	-------	------------	----	-------	--------------------------	----	-------	---------	----	-----	---------------	----	-------	---------	----	-------	-------------	----	-----	--------------------	----	-----	------------------------	----	-------	----------	----	-------	-------------	----	-----	----------	----	-----	------------	----	-------	------------	----	--------------	-----	----------	----	-----	------	----	-----	----------------	----	-----	-----------	----	-----------	----	--------	-----	------	-----

參考文獻

- 參考文獻 [1]Gokios, Showa and Nagoya(1995), " DSP-Base Intelligent Motor / Motion Control ", American control conference, Vol.1, pp.490-494.
- [2]Ying-Yu Tzou and Tien-sung kou(1997), " Design and Implementation of an FPGA-Based Motor control IC for Permanent Magnet AC Servo Motors ", IEEE,Vol.2, pp.943-947.
- [3]Omar A.M. and N.A. Rahim(2003), " FPGA-based ASIC design of the three-phase synchronous PWM flyback converter ", IEEE, Vol.150, pp.263-268.
- [4]杜昌隆 (民 88), " 以FPGA為基礎之三階變頻器研究 ", 國立交通大學電機與控制工程學系, 碩士論文。
- [5]趙英宏 (民 86), " 數位式三相電流控制晶片之研製 ", 國立交通大學控制工程研究所, 碩士論文。
- [6]江晉毅 (民 87), " 以CPLD為基礎泛用型交流馬達控制IC之研製 ", 國立交通大學電機與控制工程學系, 碩士論文。
- [7]蔡明宏、龔應時 (2005), " 應用SoPC技術來延至永磁線性同步馬達伺服控制晶片 ", 南台科技大學電機工程學系, 2005自動化研討會CACS, 台南。
- [8]王振宇 (民 91), " 以CPLD為基礎之永磁式同步馬達伺服控制IC之研製 ", 國立交通大學電機與控制工程學系, 碩士論文。
- [9]賴逸軒、童建強、鄒應嶼 (2005), " 以DSP為基礎發展永磁同步馬達使用線性型或爾感測器之控制方法 ", 國立交通大學電機與控制工程學系, 2005自動化研討會CACS, 台南。
- [10]Ying-Shieh Kung(2005), " DSP-based Motion controller for Linear Motor Drive ", 2005 CASA, Tainan.
- [11]林信宏 (民 92), " 應用DSP/FPGA混合式系統於擁持式同步伺服馬達向量控制 ", 國立台灣科技大學電機工程系, 碩士論文。
- [12]Famouri P.(1992), " Control of a linear permanent magnet brushless dc motor via exact linearization methods ", IEEE Trans.Energy Conversion, Vol.7, NO.3, pp.554-551.

- [13] Miller C.E., A. van zyl and C.F. Landy(2002), " Modelling a Permanent Magnet Linear Synchronous Motor for control purposes " , IEEE, Vol.2, pp.671-674.
- [14] 劉蘊陶 (民 90) , " 電機學 " , 頁425-452 , 新文京開發出版有限公司。
- [15] 鄭振東 (民 88) , " 換流器驅動技術 " , 建興出版社。
- [16] 劉昌煥 (民 92) , " 交流電動機控制:向量控制與直接轉矩控制原理 " , 第二版 , 頁71-80 , 東華書局。
- [17] TMS320C3x User ' s Guide(1997), Texas Instruments.
- [18] TMS320C3x C Source Debugger(1993), Texas Instruments.
- [19] TMS3203x/4x Optimizing C Compiler, Texas Instruments.
- [20] TMS320C3x/4x Assembly Language Tools, Texas Instruments.
- [21] Setting UP TMS320 DSP Interrupts in C, Texas Instruments.
- [22] Booting a TMS320C32 Target System in a Environment, Texas Instruments.
- [23] 唐佩忠 (民 93) , " VHDL與數位邏輯設計 " , 高立圖書。
- [24] Krause P.C.(1990), " Electric Machinery " , McGraw-Hill,New York.
- [25] Demerdash N.A. and T.W. Nehl(1980), " Dynamic Modeling of Brushless DC Motor for Aerospace Actuation " , IEEE Transactions on Aerospace and Electronic systems, Vol.16,pp.811-821.
- [26] 張碩 (民 90) , " 自動控制系統 " , 第五版 , 鼎茂圖書。